



黑龙江省地方计量技术规范

JJF (黑) xx-2025

流量计式减压器校准规范

Calibration Specification for Pressure Regulators with Flowmeter

(审定稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

流量计式减压器校准规范

Calibration Specification for Pressure
Regulators with Flowmeter

JJF (黑) xx—2025

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：鹤岗市检验检测中心

本规范委托鹤岗市检验检测中心负责解释

本规范主要起草人:

李 昌（鹤岗市检验检测中心）
陈宝亮（黑龙江省市场监督管理审核查验中心）
尹承楠（黑龙江华安精益计量技术研究院有限公司）
于庆龙（佳木斯市检验检测中心）
柳开智（鹤岗市检验检测中心）
潘冠晨（鹤岗市检验检测中心）
潘 浩（鹤岗市检验检测中心）

参加起草人:

关善文（鹤岗市检验检测中心）
汝玉鹏（鹤岗市检验检测中心）
刘宇昕（黑龙江省市场监督管理审核查验中心）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 密封性	(2)
5.2 安全阀	(2)
5.3 输出工作压力	(2)
5.4 压力表计量特性	(3)
5.5 流量计计量特性	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 校准所用设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(4)
8 校准结果表达	(8)
9 复校时间间隔	(8)
附录 A 校准原始记录格式(推荐性)	(9)
附录 B 校准证书内页格式(推荐性)	(10)
附录 C 压力测量不确定度评定示例	(11)
附录 D 流量测量不确定度评定示例	(13)
附录 E 标准状态下的常用气体密度表	(15)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参考了 JJG 52—2013《弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表》 JJG 257—2007《浮子流量计》 JJF 1328—2011《带弹簧管压力表的气体减压器校准规范》 GB/T 7899—2006《焊接、切割及类似工艺用气瓶减压器》中的技术要求和方法进行制定。

本规范为首次发布。

流量计式减压器校准规范

1 范围

本规范适用于流量计式减压器（以下简称减压器）的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 52 弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表

JJG 257 浮子流量计

JJF 1328 带弹簧管压力表的气体减压器校准规范

GB/T 7899 焊接、切割及类似工艺用气瓶减压器

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1 流量计式减压器 **pressure regulator with flowmeter**

流量计式气体减压器是将高压气体调节为低压气体，并保持输出气体的压力和流量在一定的误差范围内稳定不变的调节装置。

3.1.2 额定进口压力 **rated inlet pressure**

减压器设计的最大进口压力。

3.1.3 额定出口流量 **rated outler flow**

减压器设计的最大出口流量。

3.1.4 输出工作压力 **out working pressure**

减压器出口的输出压力。

3.1.5 安全阀打开压力 **pressure for the pressure-relief valve during discharge test**

使气体减压器安全阀打开排气的压力上限，其值为额定出口压力的 2 倍。

3.2 计量单位

压力表使用的计量单位为 MPa，流量计使用的计量单位为 L/min。

4 概述

减压器是将高压气体调节为低压气体,并保持输出气体的压力和流量在一定的误差范围内稳定不变的调节装置。通过流量调节阀调节减压器的流量输出,在减压器的阀体上可以设有与低压端相连通的安全阀,当低压端的压力超过安全阀打开压力时,安全阀打开,气体通过安全阀排出。减压器主要是由阀体、安全阀、压力表、流量计等部分组成,如图 1 所示。

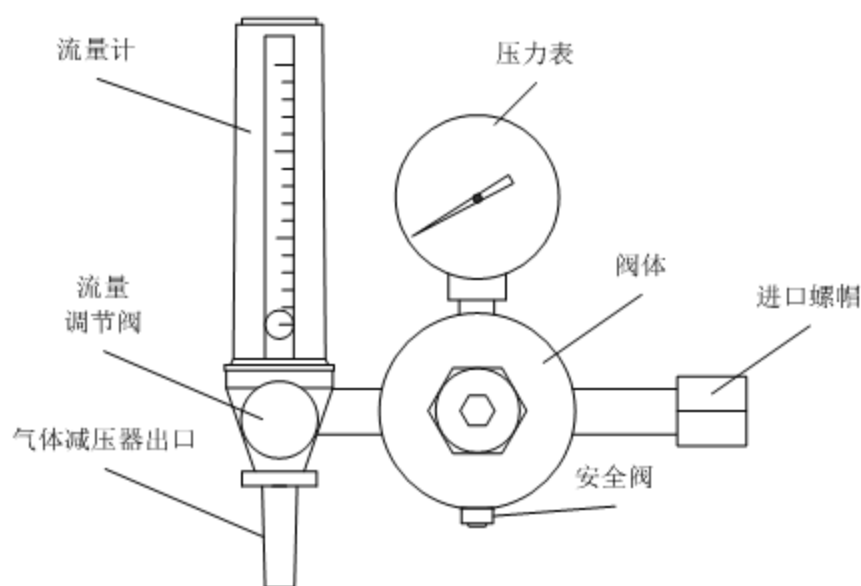


图 1 流量计式减压器示意图

5 计量特性

5.1 密封性

5.1.1 内部密封性

减压器的高压端和低压端之间应能密封。

5.1.2 外部密封性

减压器的高压端和低压端应对大气密封。

5.2 安全阀

减压器的安全阀应满足以下规定：

- a) 当出口压力小于或等于 1.3 倍的额定出口压力时应能密封。
- b) 当出口压力大于 1.3 倍额定出口压力且小于安全阀打开压力时应能排气。

5.3 输出工作压力

气体减压器的出口压力应在 0.2 MPa~0.5 MPa 之间。

5.4 压力表计量特性

压力表技术指标见表 1。

表 1 压力表的准确度等级及最大允许误差

准确度等级			2.5	4.0
技术指标	示值误差/%FS		±2.5	±4.0
	回程误差/%FS		2.5	4.0
	轻敲位移/%FS		1.25	2
	零位误差 %FS	带止销	2.5	4.0
		不带止销	±2.5	±4.0
	指针偏转平稳性		在测量范围内，指针偏转应平稳，无跳动或卡针现象。	

注: 以上计量特性要求仅供参考, 不作为判定依据。

5.5 流量计计量特性

5.5.1 流量调节范围

流量计的流量调节范围为流量计可以达到的实际流量下限和上限。

5.5.2 流量计技术指标

流量计技术指标见表 2

表2 流量计的准确度等级及最大允许误差

准确度等级	最大允许误差/%FS	最大允许回程误差/%FS
5.0	± 5.0	5.0

注: 以上计量特性要求仅供参考, 不作为判定依据。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度: (15~25) ℃;

6.1.2 相对湿度: (20~80) %;

6.2 校准所用设备

6.2.1 压力标准器

压力标准器的最大允许误差绝对值应不大于被校减压器压力表的允许误差绝对值的 1/4。

6.2.2 流量标准器

流量标准器的最大允许误差绝对值应不大于被校减压器流量计的允许误差绝对值的 1/3。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 3

表 3 校准项目一览表

序号	校准项目
1	密封性
2	安全阀阀体
3	压力表示值误差
4	压力表回程误差
5	流量计示值误差
6	流量计回程误差

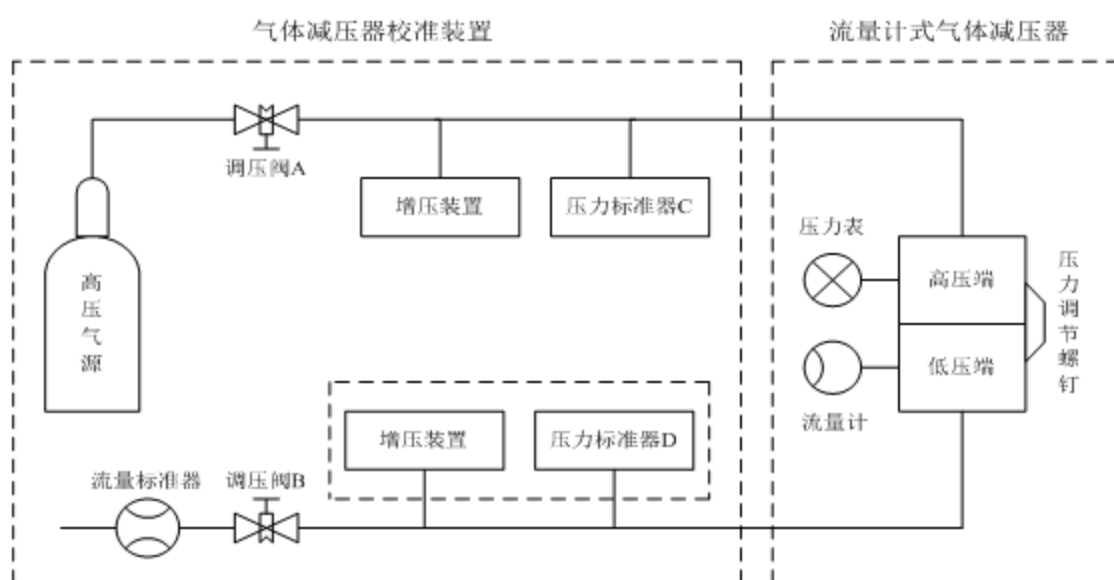


图 2 减压器校准示意图

当减压器的密封性或安全阀不符合规范要求时，不需要再校准与压力表、流量计相关的校准项目。

7.2 校准方法

7.2.1 外部密封性

打开流量调节阀、关闭调压阀 B，调节调压阀 A，将减压器的进口压力调节至额定进口压力，用皂液检查气体减压器各接口处，在 2 min 内应无气泡出现。

7.2.2 内部密封性

7.2.2.1 带压力调节螺钉的减压器内部密封性

气体减压器出口处于通大气状态时,即将减压器出口与校准装置断开。将压力调节螺钉完全松开,打开流量调节阀,调节调压阀 A,将进口压力调节至额定进口压力,用皂液检查出口处,5 min 内应无气泡出现。

气体减压器出口处于密封状态时,即将减压器出口与校准装置连接,关闭调压阀 B。打开流量调节阀,调节调压阀 A,将进口压力调节至额定进口压力,调节压力调节螺钉将出口压力调节到额定出口压力,在 5 min 内出口压力值应保持不变。

7.2.2.2 不带压力调节螺钉的减压器内部密封性

将气体减压器出口与校准装置连接,使减压器出口密封,打开流量调节阀、关闭调压阀 B,调节调压阀 A,将进口压力调节到额定输出压力,在 5 min 内出口压力值应保持不变。

7.2.3 安全阀

7.2.3.1 带压力调节螺钉的气体减压器安全阀:

a) 打开流量调节阀和调压阀 A,关闭调压阀 B,通过调节压力调节螺钉缓慢增加低压端压力至 1.3 倍额定出口压力,用皂液检查,安全阀应无气泡产生。

b) 继续缓慢增压,直至安全阀开始排气,记录压力标准器 D 的压力值,即为安全排放压力。

c) 调节压力调节螺钉,缓慢调整低压端压力直至安全阀关闭,压力应大于额定出口压力。

d) 校准完毕后,恢复至校准前的输出工作压力。

7.2.3.2 不带压力调节螺钉的气体减压器安全阀:

a) 打开流量调节阀和调压阀 A,关闭调压阀 B,通过加压装置缓慢增加低压端压力至 1.3 倍额定出口压力,用皂液检查,安全阀应无气泡出现。

b) 继续缓慢增压,直至安全阀开始排气,此时记录压力标准器 D 的压力值,即为安全排放压力。

c) 调节调压阀 B,缓慢降低低压端压力直至安全阀关闭,此时压力应大于额定出口压力。

7.2.3.3 如减压器没有安全阀,不做此项。

7.2.4 输出工作压力

打开调压阀 A 和调压阀 B,调节流量调节阀将流量计的流量调至流量范围的上限,

然后关闭调压阀 B。待压力稳定后，压力标准器 D 的示值为减压器的输出工作压力。

7.2.5 流量调节范围

在输出工作压力下，用目力观测流量计所能达到的上限和下限，用范围来表述。

7.2.6 压力表

压力表的校准步骤如下：

a) 在规定的条件下，将减压器进口与大气相通，并按正常工作位置放置，用目力观察，零位误差应符合表 1 的要求。

b) 连接压力标准器与被校气体减压器，校准点按标有数字的分度线选取，读数按照分度值的 1/5 估读。

c) 关闭减压器流量计上的调节阀，打开调压阀 B，调节调压阀 A，以压力标准器为准，从零点开始均匀缓慢地加压至各校准点，待压力稳定后读取被校压力表的示值，轻敲压力表外壳，记录轻敲后的示值。

d) 当压力达到高压气源最大压力时，再通过增压装置增压至压力上限（即额定进口压力），切断压力源（关闭调压阀 A），耐压 3 min 后，通过流量调节阀卸放压力，依次逐点进行降压校准直至零位。

e) 在校准的过程中，目力观测指针偏转平稳性。

f) 压力表示值误差、回程误差、轻敲位移分别按公式（1）～（3）计算

$$\delta = \frac{P_b - P_s}{P_{\max}} \times 100\% \quad (1)$$

$$H = \frac{P_u - P_d}{P_{\max}} \times 100\% \quad (2)$$

$$I = P_f - P_b \quad (3)$$

式中：

δ ——被校压力表示值误差，%；

P_b ——被校压力表轻敲后示值，MPa；

P_s ——压力标准器示值，MPa；

$P_{\max}$ ——被校压力表上限，MPa；

H ——被校压力表回程误差，%；

I ——被校压力表轻敲位移，%；

P_u ——被校压力表进程示值，MPa；

P_d ——被校压力表回程示值, MPa;

P_f ——被校压力表轻敲前示值, MPa。

7.2.7 流量计

流量计的校准步骤如下:

a) 连接流量标准器与被校减压器, 在流量计的流量调节范围内, 选择包括上限和下限在内的 3 个流量点进行校准, 每个流量点校准一次进回程。

b) 关闭流量调节阀, 打开调压阀 A 和调压阀 B, 通过流量调节阀调节流量, 以被校流量计为准, 分别将流量逐渐调节至被校流量计各校准点, 待流量稳定后, 记录流量标准器的示值。

c) 若校准用介质与被校流量计刻度介质相同时, 则不需要对流量标准器的示值进行修正。当校准用介质与被校流量计刻度介质不同时, 在可以忽略黏度的影响下, 用修正系数对流量标准器的示值进行修正, 常用修正系数见表 3, 常用气体密度见附录 E。

$$B = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_1}} \quad (4)$$

式中:

B ——修正系数;

ρ_0 ——校准用介质的密度, kg/m^3 ;

ρ_1 ——刻度介质在标准(刻度)状态下的密度, kg/m^3 。

注: 当校准用介质和刻度用介质粘度相接近, 即在可以忽略粘度的影响下, 修正系数 B 才有一定作用。例如, 某流量计使用介质为氢气, 用空气介质进行校准时, 则会产生很大的计量误差, 原因是两者的粘度相差太大。

d) 流量计示值误差、回程误差分别按公式(5)和公式(6)计算。

$$E = \frac{q - q_n}{q_{\max}} \quad (5)$$

$$E_h = \frac{q_u - q_d}{q_{\max}} \quad (6)$$

式中:

E ——被校流量计示值误差, %;

q ——被校流量计的刻度流量值, L/min;

q_n ——标准流量计的实际流量值, L/min;

$q_{\max}$ ——被校流量计的上限值, L/min。

E_h ——被校流量计回程误差, %;

q_u ——进程时流量标准器的示值, L/min;

q_d ——回程时流量标准器的示值, L/min。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题, “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校对象的接收日期;
 - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
 - i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
 - j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
 - k) 校准环境的描述;
 - l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
 - m) 对校准规范的偏离的说明;
 - n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
 - o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
 - p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议为 6 个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此送校单位可根据实际情况自主决定复校的时间间隔。

校准原始记录格式 (推荐性)

客户名称:					
仪器名称:			出厂编号:		
制 造 商:			型号/规格:		
标准器信息					
仪器名称:		准确度等级:		型号/规格:	
证书编号:		有效期:		溯源机构:	
温 度:		相对湿度:		依据文件:	
校准日期:		校准地点:			

校准员: _____ 核验人: _____
 密封性: _____ 安全阀: _____ 输出工作压力: _____ MPa
 单位: MPa

压力表名称			准确度等级			压力单位转换			
测量范围					编 号				
制 造 厂					分 度 值				
标准 压力值	被检表轻敲后示值		轻敲位移		测量 平均值	测量结果的不确定度	回程误差	示值 误差	允许 误差
	升压	降压	升压	降压					
零位误差:				示值误差:				回程误差:	
轻敲位移:				指针偏转平稳性:					

单位: L/min

流量计名称				准确度等级				
测量范围				编 号				
制 造 厂				分 度 值				
刻度流量值	测量值		测量平均值	测量结果的不确定度	回程误差	示值 误差	允许 误差	
	1	2						
示值误差:				回程误差:		流量调节范围:		

校准证书内页格式 (推荐性)

证书编号:

共 页 第 页

客户名称		送校日期	
单位地址		校准日期	
联系电话		室内温度	
仪器型号		相对湿度	
仪器编号		生产厂家	

校准使用的标准器

名称	型号/规格	不确定度/准确度	证书编号	有效期至

减压器阀体

1.密封性:	2.安全阀:	3.输出工作压力:
--------	--------	-----------

压力表

编号:	制造商:
-----	------

测量范围:	零点示值:
-------	-------

标准值 MPa	测量平均值 MPa	测量结果不确定度	回程误差 MPa	示值误差 MPa

1.零位误差:

2.示值误差:

3.回程误差:

4.轻敲位移:

5.压力表指针偏转平稳性:

流量计

编号:	测量范围:	制造商:
-----	-------	------

刻度流量值 L/min	测量平均值 L/min	测量结果不确定度	回程误差	示值误差

1.示值误差:

2.回程误差:

3.流量调节范围:

附录 C

压力测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 校准依据

JJF(黑)xx-2025 《流量计式减压器校准规范》

C.1.2 环境条件

室温：21.2℃，相对湿度：47%

C.1.3 测量标准

数字压力计 测量范围：(0~25) MPa，准确度等级：0.05 级

C.1.4 被测对象

减压器 压力测量范围：(0~25) MPa

C.2 测量模型

C.2.1 测量模型：

$$\delta = p_b - p_s$$

式中：

 p_b ——被校压力表轻敲后示值，MPa； p_s ——压力标准器示值，MPa

C.3 减压器压力表示值测量不确定度评定。

C.3.1 测量重复性引入的相对标准不确定度 u_A 。C.3.1 被校压力表估读引入的相对标准不确定度 u_{B1} 。C.3.3 环境温度引入的相对标准不确定度 u_{B2} 。C.3.4 标准器引入的相对标准不确定度 u_{B3} 。

C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_A 。

采用 A 类标准不确定度评定，被校数据见表 C.1：

表 C.1 压力表校准数据

标准值/MPa	测量值/MPa	
	1	2
0.0	0.0	0.0
5.0	5.0	5.2
10.0	10.0	10.2

15.0	15.0	15.2
------	------	------

以 15 MPa 校准点为例, 其重复性引入的不确定度, 由极差法可得:

$$u_A = 0.13 \text{ MPa}$$

C.1.2.2 被校压力表估读引入的不确定度分量 (u_{B1})

压力表最小分度值为 1 MPa, 读数按分度值的 1/5 估读, 读数应估读到 0.2 MPa, 按均匀分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B1} = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12 \text{ MPa}$$

C.1.2.3 环境温度引入的不确定度分量 (u_{B2})

校准减压器时, 实验室环境温度符合规程要求。

$$u_{B2} = 0$$

C.1.2.3 标准器引入的不确定度分量 (u_{B3})

压力标准器的准确度等级为 0.05 级, 测量范围为 (0~25) MPa, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B3} = \frac{0.05\% \times 25}{\sqrt{3}} = 0.01 \text{ MPa}$$

C.1.3 合成标准不确定度

表 C.2 减压器压力示值测量不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度值
u_A	测量重复性	0.13 MPa
u_{B1}	被校压力表估读	0.12 MPa
u_{B2}	环境温度	0
u_{B3}	标准器	0.01 MPa

各分量之间独立不相关, 则:

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2} = 0.18 \text{ MPa}$$

C.1.4 扩展不确定度

取 $k=2$, 则:

$$U = k u_c = 0.4 \text{ MPa}$$

附录 D

流量测量不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 校准依据

JJF(黑)xx-2025 《流量计式减压器校准规范》

D.1.2 环境条件

室温：21.2℃，相对湿度：47%

D.1.3 测量标准

皂膜流量计，准确度等级：1.0 级

D.1.4 被测对象

减压器. 流量测量范围：(1~25) L/min

D.2 测量模型

D.2.1 测量模型：

$$E = \frac{q - q_n}{q_{max}}$$

式中：

E ——被校流量计示值误差，%；

q ——被校流量计的刻度流量值，L/min；

q_n ——标准流量计的实际流量值，L/min；

q_{max} ——被校流量计的上限值，L/min。

D.3 减压器流量计示值测量不确定度评定

D.3.1 流量计示值测量不确定度来源

D.3.1.1 测量重复性引入的相对标准不确定度 u_A 。D.3.1.2 被校流量计估读引入的相对标准不确定度 u_{B1} 。D.3.1.3 标准器引入的相对标准不确定度 u_{B2} 。

D.4.1 标准不确定度分量评定

D.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_A 。

采用 A 类标准不确定度评定，被校数据见表 D1：

表 D.3 流量计校准数据

刻度流量 (L/min)	测量值 (L/min)	
	1	2
5	5.14	5.16
15	15.16	15.20
25	25.21	25.25

以 25 L/min 校准点为例, 其重复性引入的不确定度, 由极差法可得:

$$u_A = \frac{|L_{\max} - L_{\min}|}{1.13 \times \sqrt{2}} = 0.03 \text{ L/min}$$

D.4.1.2 被校流量计估读引入的不确定度分量 (u_{B1})

流量计最小分度值为 1 L/min, 读数按分度值的 1/5 估读, 读数应估读到 0.2 L/min, 按均匀分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B1} = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12 \text{ L/min}$$

D.4.1.3 标准器引入的不确定度分量 (u_{B2})

流量标准器的准确度等级为 1.0 级, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B2} = \frac{1.0\% \times 25}{\sqrt{3}} = 0.15 \text{ L/min}$$

D.4.2 合成标准不确定度

表 D2 减压器流量计示值测量不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度值	评定方法
u_A	测量重复性	0.03 L/min	A 类
u_{B1}	被校流量计估读	0.12 L/min	B 类
u_{B2}	标准器	0.15 L/min	B 类

各分量之间独立不相关, 则:

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2} = 0.20 \text{ L/min}$$

D.4.3 扩展不确定度

取 $k=2$, 则:

$$U = k u_c = 0.40 \text{ L/min}$$

附录 E

标准状态下的常用气体密度表

标准状态下（20℃、101325Pa）的常用气体密度表

气体名称	分子式	密度 (kg/m ³)
氢气	H ₂	0.084
氦气	He	0.166
氨气	NH ₃	0.708
一氧化碳	CO	1.165
氮气	N ₂	1.165
空气	—	1.205
氧气	O ₂	1.331
氩气	Ar	1.662
二氧化碳	CO ₂	1.829
二氧化硫	SO ₂	2.726
氯气	Cl ₂	2.945

